

Kari Kareinen

# LÄMPÖKUORMIEN HALLINTA AURINKOSUOJAUKSIN

Opinnäytetyö  
Talotekniikan koulutusohjelma

Huhtikuu 2011




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

# KUVAILULEHTI

		<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  18.4.2011
<b>Tekijä(t)</b> Kari Kareinen		<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> <b>Talotekniikka</b>
<b>Nimeke</b>  Lämpökuormien hallinta aurinkosuojauksin		
<b>Tiivistelmä</b>  Vuonna 1997 päättivät teollisuusmaat hillitä ilmaston muutosta Kioton sopimuksella. Euroopan Unioni on laatinut omia jäsenmaitaan velvoittavia ohjeistuksia, kuten rakentamista ohjaavan EPDB-ohjelman (direktiivi 2002/91/EC). EU:n tavoite on vähentää rakennussektorin hiilidioksidipäästöjä 44 Mt vuodessa. ESCORP-EU25 ES-SO:n tutkimus on osoittanut, että tehostamalla yksin aurinkosuojauksella on mahdollista pienentää hiilidioksidipäästöjä 111 Mt vuodessa. Nykyaikaisella automatisoidulla aurinkosuojauksella pienennetään jäähdytyksen vaatimaa energian tarvetta. Suojauksella säästetään energiaa lämmityksessä ja valaistuksessa sekä parannetaan sisävalaistuksen että ilman laatua. Viihtyvyys, hyvinvointi ja tuottavuus kohentuvat. Tässä työssä tutkitaan ja valitaan rakenteilla olevan rakennuksen (Artic-Kaihdin Oy) toimistotiloihin sopivin aurinkosuojausratkaisu, jolla hallitaan aurinkoenergian tuottamaa yllämpöä. Ratkaisun apuna käytetään MagiCAD ROOM-, Riuska-, Parasol- ja SomfyDISC-ohjelmia. Tuloksien perusteella päädytään valitsemaan aurinkosuojausratkaisuksi ikkunamarkiisit ja lisäksi sisäpuolelle sälekaihtimet, joita molempia ohjataan synkronoituna Somfy animeo® Premium IB+ -automaatiikalla.		
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Aurinkoenergia, aurinkosuojaus, valoaläpäisevät rakenteet		
<b>Sivumäärä</b> 24+18	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>		
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Aki Valkeapää		<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Insinööritoimisto Jormakka Oy, Jussi Jormakka

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  18.4.2011	
<b>Author(s)</b> Kari Kareinen		<b>Degree programme and option</b> Building services engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> How to control overheating by solar shading			
<b>Abstract</b>  <p>In 1997, industrialized countries agreed to curb climate change under the Kyoto accord. The European Union has drawn up its own guidelines binding on its member countries, such as the construction program steered EPDB (Directive 2002/91/EC). The EU objective is to reduce the building sector carbon dioxide emissions 44 Mt per year. ESCORP-EU25 ES-SO's research has shown that by intensifying the solar shading alone is possible to reduce carbon dioxide emissions by 111 Mt per year. Modern automated solar shading reduced cooling energy required. Solar shading will save energy for heating and lighting, as well as improve indoor lighting and air quality. Comfort, welfare and productivity improve. This paper examines the selection of the building (Artic-Kaihdin Oy) office premises in the most appropriate solar shading solution that will manage the solar energy produced by overheating. Solution used to aid MagiCAD ROOM, Riuska, Parasol and SomfyDISC programs. Based on the results leads to choose the solar shading solution drop-arm awning and also the internal side of the blinds, both of which are controlled in sync with Somfy® Premium animeo IB +-automatics.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Solar energy, solar shading			
<b>Pages</b> 24+18	<b>Language</b> finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b> Aki Valkeapää		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Ins.tsto Jormakka Oy, Jussi Jormakka	

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	VALOALÄPÄISEVÄT RAKENTEET .....	2
2.1	Energiatekninen toimivuus .....	2
2.1.1	Säteily.....	2
2.1.2	Valo .....	2
2.1.3	Aurinkoenergia .....	3
2.2	Aurinkosuojalasi .....	4
2.2.1	Massavärjätetyt lasit .....	5
2.2.2	On-line pinnoitetut lasit .....	5
2.2.3	Off-line pinnoitetut lasit .....	5
2.3	Eristyslasi.....	5
2.4	Selektiivilasit .....	6
2.4.1	Pehmeäpinnaiset (Off-line pinnoitetut) .....	6
2.4.2	Kovapinnaiset (On-line pinnoitetut).....	6
2.5	Yhdistelmälasit .....	6
3	AURINKOSUOJAUSRATKAISUT .....	8
3.1	Ulkopuoliset aurinkosuojausratkaisut .....	8
3.1.1	Ikkunamarkiisi.....	8
3.1.2	Markisolette.....	9
3.1.3	Terassimarkiisi.....	9
3.1.4	Pergolamarkiisi.....	10
3.1.5	Sälerullain.....	10
3.1.6	Screen.....	11
3.1.7	Julkisivusälekaihdin.....	11
3.1.8	Korimarkiisi.....	12
3.2	Sisäpuoliset aurinkosuojausratkaisut .....	12
3.2.1	Rullakaihdin .....	13
3.2.2	Sälekaihdin .....	13
3.2.3	Plissé .....	14
3.2.4	Verhot.....	14
3.2.5	Pystylamellikaihdin .....	15
3.2.6	Laskoskaihdin.....	15

4	AURINKOSUOJAUS JA ENERGIANSAÄSTÖ .....	15
4.1	Sopivin ratkaisu .....	17
5	ARTIC-KAIHDIN OY .....	17
5.1	Lähtökohdat .....	18
5.2	Sijainti ja suunta.....	19
5.3	Rakenteet .....	19
5.3.1	U-arvot .....	19
5.3.2	Ikkunat .....	19
5.4	Aurinkosuojaus .....	19
5.5	Jäähdytysenergia .....	20
5.6	Kustannusvertailu.....	20
5.6.1	Kompressorijäähdytys puhallinkonvektorein.....	20
5.6.2	Ikkunamarkiisit .....	21
6	PÄÄTELMÄT .....	22
	LÄHTEET .....	24
	LIITTEET	
	1 Asemapiirros	
	2 Ikkunatiedot	
	3 RIUSKA-tulokset	
	4 SomfyDISC-tulokset	

## 1 JOHDANTO

Aihe liittyy aurinkoenergian tuottaman yllälämmön hallintaan aurinkosuojaamalla. Ta-  
voitteena on tutkia ja valita rakenteilla olevaan rakennukseen (Artic-Kaihdin Oy, toi-  
mistotilat) sopivin ratkaisu. Tutkimuksen ja valinnan apuna ovat Insinööritoimisto  
Jormakka Oy:ssä käytettävien MagiCad ROOM- ja Riuska-ohjelmista saadut laskenta-  
tulokset, sekä Artic-Kaihdin Oy:ssä käytettävien Parasol- ja SomfyDISC-ohjelmien  
laskentatulokset.

Energiatehokas rakentaminen ja jo olemassa olevien kiinteistöjen energiankulutuksen  
hillitseminen ovat sekä talouden että ilmastomuutoksen kannalta merkittäviä asioita.  
Kyse ei ole vähäisestä asiasta, sillä rakennukset kuluttavat Euroopassa kokonaisener-  
giasta yli 40 %. [4], [6]

Kiinteistöjen energiankulutusta voidaan hillitä monin keinoin. Tehokas aurinkosuoja-  
us on passiivisena energiaa kuluttamattomana jäähdytysratkaisuna ja luontaista aurin-  
koenergiaa hyödyntävänä valaistuksen ja lämmityksen tukiratkaisuna tärkeä osa kes-  
tävää kehitystä, energiatehokasta rakentamista ja korjausrakentamista. Tällaisten pas-  
siivisten ratkaisujen hyödyntäminen ennen energiaa kuluttavien järjestelmien raken-  
tamista on yksi EPBD-direktiivin ja rakentamissäännöstemme tärkeimmistä oh-  
jenuorista. [2], [4]

Energiaa kuluu kiinteistöjen lämmitykseen, jäähdytykseen ja valaistukseen koko ra-  
kennuksen elinkaaren ajan. Tulevien käyttökustannusten merkitys on energiatalouden  
kannalta suurin tekijä. Rakentamisvaiheessa tehtävien valintojen merkitys unohdetaan  
yhä liian usein. Erityisesti kiinteistöjen lämmitys yhdistetään energiankulutukseen,  
vaikka myös kiinteistöjen koneellinen jäähdyttäminen kuluttaa paljon energiaa - Suo-  
messakin. [4]

Lisääntyvä rakennuksen sisäinen lämpökuormitus lisääntyvän tekniikan muodossa  
sekä yhä paremmat energiaa säästävät rakenneratkaisut, kuten matalaenergia- ja pas-  
siivitalot, lisäävät merkittävästi jäähdytyksen tarvetta. Rakentaminen suosii niin liike-  
kiinteistöissä kuin omakotitaloissa suuria lasipintoja. Tämä on rakennuksen käyttäjän  
kannalta toivottavaakin. Vuorovaikutus ympäristöön ja luonnonvalon saanti ovat tär-  
keitä tekijöitä terveyden ja tuottavuuden kannalta. Tämä ei ole energian kulutuksen

kannalta kuitenkin ongelmatonta. Ikkunoiden kautta tapahtuvalla kahdensuuntaisella lämmönvaihdolla on suuri merkitys energiatalouteen. Ikkunapinta-alojen pienentäminen tai valon pääsyn pysyvä rajoittaminen ei ole nykyaikaan sopiva ratkaisu. Tällainen ajattelu rajoittaa merkittävästi sekä rakennus- että aluesuunnittelua. Vähenevien ikkunapinta-alojen ja sen mukana päiväkäyttötilojen suuntaaminen pohjoiseen tuskin motivoi hyvään arkkitehtisuunnitteluun tottuneita rakennusten käyttäjiä energiatehokkaaseen rakentamiseen. Viihtyisien ja terveellisten tilojen rakentaminen luopumatta tärkeästä dynaamisesta julkisivun osasta, eli ikkunasta, on edelleenkin mahdollista yhdistämällä jo suunnitteluvaiheessa oikein hyvän ikkunan ja hyvän aurinkosuojaan parhaat ominaisuudet. Ikkunan, aurinkosuojaan ja sitä säätelevän automatiikan ymmärtäminen järjestelmäksi avaa suunnitteluun uusia mahdollisuuksia jatkossakin. [4]

## **2 VALOALÄPÄISEVÄT RAKENTEET**

### **2.1 Energiatekninen toimivuus**

#### **2.1.1 Säteily**

Valoaläpäisevien rakenteiden kannalta kiinnostavimmat sähkömagneettisen säteilyenergian aallonpituudet sijoittuvat alueelle n. 0,3...100  $\mu\text{m}$ . Alueen alkupäätä kutsutaan ultraviolettisäteilyksi (UV-) ja loppupää sijaitsee infrapuna (IR-), eli varsinaisen lämpösäteilyn alueella. [1]

#### **2.1.2 Valo**

Valo on sähkömagneettista säteilyenergiaa, jolle ihmissilmä on evoluution vaikutuksesta ja aikana herkistynyt. Maankuoren tavoittamasta auringon emittoimasta säteilyenergian spektristä noin puolet sijoittuu tälle valoksi kutsutulle aallonpituusalueelle. Eurooppalaisen standardin SFS-EN 410 mukaan valon aallonpituus on 380 nm...780 nm. Valon aallonpituusalueen määrittelyn perusta on puhtaasti fysiologinen, ihmisen keskimääräisiin ominaisuuksiin ja näköaistimukseen perustuva. Evoluution kannalta ei ole ihme, että ihmissilmän maksimiherkkyys osuu samalle alueelle aurinkoenergian spektrin huipun kanssa. Huippukohdan, n. 550 nm aallonpituus edustaa sinivihreää väriä. Riittävän päivänvalon saanti on ihmisen biologisen, psykofyysisen toimintatehon ja viihtyvyyden kannalta ratkaisevan tärkeää. [1]

Rakenteiden valotekniseen toimivuuteen liittyvät vaatimukset koskevat rakenteen valon läpäisyä ja heijastusta. Ratkaisevaa ei ole pelkästään näiden määrä, vaan myös niiden suhde ja spektrin muoto (väri ja ”luonne”). Meillä tavallisen kolmilasisen ikkunan SFS-EN 410 standardin mukainen valonläpäisy on 0,74 ja heijastus 0,20. Lasi-tekniisesti rakenteen suorituskyykyyn näiltä osin voidaan vaikuttaa muuntelemalla lasin kemiallista koostumusta ja/tai erilaisilla pinnoitteilla. [1]

Kun rakenteen valonläpäisy laskee alle 0,60 alamme havaita eroa ikkunan nk. ”normaaliin” valonläpäisyyn. Ihmisen näkö- ja värienerottelukyky on varsin hyvin vallitsevan valaistuksen tason ja spektrinmuodon suhteen sopeutuva. SFS-EN 410 standardi kuitenkin määrittelee myös valon vääristymättömyyden tason nk.  $R_a$ -indeksin avulla.  $R_a$ -arvot  $> 0,90$  edustavat erittäin hyvälaatuista lasitusta läpäisseen valon vääristymättömyyden kannalta, hyvän rajana voidaan pitää  $R_a$ -arvoa 0,80. [1]

Valon heijastuksen ylittäessä 0,20 tulee kiinnittää huomiota peiliefektin vääristymättömyyteen eli heijastavien lasipintojen tasomaisuuteen. Vaikuttavia tekijöitä ovat mm. eristyslasin lämpötilan vaihtelusta johtuva nk. pumppausilmiö, lämmitessään umpion paine kasvaa ja aiheuttaa lasihin kuperuutta. Vastaavasti jäähtyessään paine laskee seurauksena kovera taipuma. Valoa heijastavia auringonsuojalaseja käytettäessä on suositeltavaa käyttää apuna epäsymmetriaa, uloin lasi sisempää riittävästi paksumpi eli jäykempi. Painevaihteluiden muodonmuutos kohdistuu näin voimakkaampana sisempään lasiin ulomman pysyessä tasomaisempana. Karkaisuprosessi vaikuttaa aina float-lasin tasomaisuutta heikentävästi. Karkaisu on toisaalta usein välttämätön voimakkaalle auringonsäteilylle altistuvilla absorboivilla ja erityisesti absorboiville/heijastaville auringonsuojalaseille termisten jännitysten hallitsemiseksi. Karkaisuprosessin laatuun tulee siis kohdistaa erityistä huomiota valoa heijastavien lasien kohdalla. [1]

### **2.1.3 Aurinkoenergia**

Asuinrakennusten kohdalla valoaläpäiseviltä rakenteilta, yleisimmin ikkunoilta, toivotaan tavallisesti mahdollisimman suurta ilmaisen auringon säteilyenergian läpäisevyyttä. Toimisto- ja liikerakentamisessa lämmitys on harvoin merkittävä ongelma. Vaikeuksia saattaa sen sijaan ilmetä liiallisen aurinkoenergian aiheuttamana läm-



pökuormana sisätiloissa. Ikkunoita tarvitaan riittävän päivänvalon takaamiseksi ja visuaalisen yhteyden – läpinäkymisen mahdollistamiseksi. Toimistotiloissa lämpöä syntyy usein riittävästi jo normaalitoimintojen, ihmiset, keinovalaistus, elektroniset laitteet jne. sivutuotteena. Usein onkin syytä rajoittaa lasirakenteiden liiallista aurinkoenergian läpäisyä, tämä tietenkin mielellään valonläpäisyä tarpeettomasti leikkaamatta. Jo aiemmin mainittu standardi SFS-EN 410 määrittelee aurinkoenergian aallonpituusalueeksi 300 nm...2500 nm. Aallonpituudeltaan valoa lyhytaaltoisempaa 300 nm...380 nm kutsutaan ultraviolettiksi eli UV-säteilyksi, kaistaa 780 nm...2500 nm lähi-infrapuna alueeksi. Energiasisällöltään UV-alue on vaatimaton, painopisteen ollessa valon ja lähi-infrapunan alueella, jotka ovat keskenään jotakuinkin samankokoiset. Kohdatessaan lasipinnan on auringon säteilyenergialla vain kolme tietä; heijastus, absorptio ja suoraläpäisy. [1]

Lasiin absorboitunut energia aiheuttaa lasimassan lämpötilan nousun, joka puolestaan nk. toisioemission. Tämä nyt huomattavasti pidempiaaltainen nk. infrapuna, IR- eli lämpösäteilyn emissio suuntautuu paitsi auringonsuojauksen kannalta toivotusti ulos, valitettavasti osittain myös sisäänpäin. LVI-tekniikan kannalta keskeinen termi onkin suoran läpäisyn ja mainitun sisäänpäin suuntautuvan toisioemission summa suhteessa rakenteeseen kohdistuvaan auringon säteilyyn, eli aurinkoenergian kokonaisläpäisy. On ruvettu myös käyttämään termiä aurinkotekijä (Solar factor). Kokonaisläpäisyä voidaan siis leikata joko lisäämällä säteilyn heijastusta tai absorptiota, usein käytetään hyväksi myös näiden yhdistelmää. [1]

## **2.2 Aurinkosuojalasi**

Auringonsuoja on keskeinen tekijä energiansäästössä. Kuumassa ympäristössä tai rakennuksissa, joiden sisäinen kuormitus on suuri, auringonsuojalasia käytetään vähentämään auringonlämmön kertymistä torjumalla auringon säteilyä ja hallitsemaan häikäisyä. Leudommassa ympäristössä sitä voidaan käyttää tasapainottamaan auringonsuojaa ja luonnonvalon suurta määrää. [8]

Talvella matalan emissiivisyyden lasi vähentää lämmönhukkaa ja päästää suuret määrät arvokasta ja ilmaista auringon säteilyä lämmittämään rakennusta ilman, että luonnonvalon määrä oleellisesti vähenee. Mikäli siihen ei kuitenkaan yhdistetä auringon-

suojaa, kesällä voi olla epämiellyttävän kuuma. Oikea lasivalinta auttaa pienentämään rakennuksen pääomakustannuksia ja hiilidioksidipäästöjä ympäri vuoden. [8]

Lasivalinnassa tulee ottaa huomioon rakennusten suunnittelun ja ilmasto-olosuhteiden moninaisuus sekä auringonsäteilyn määrän vaihtelu eri vuodenaikoina. Lisäksi lasin on kyettävä suojelemaan rakennuksen sisätiloja ja takaamaan paras mukavuus, pienentämään energiankulutusta, takaamaan turvallisuus ja tarjoamaan suunnittelijaa miellyttävät optiset ja esteettiset ominaisuudet. [8]

### **2.2.1 Massavärjättyt lasit**

Float-menetelmällä valmistettu lasi, johon on lisätty metallioksideja. Auringon säteilyn absorptio ja lasin tummuus lisääntyvät paksuuden mukana, heijastuma vähäistä. [1]

### **2.2.2 On-line pinnoitetut lasit**

Float-menetelmällä valmistettuja laseja, joissa kirkkaan tai massavärjätyin lasin toinen pinta on pinnoitettu metallioksideilla. Heijastavat yleensä voimakkaasti auringon säteilyä, siis myös valoa, eli vaikutelma on peilimäinen. [1]

### **2.2.3 Off-line pinnoitetut lasit**

Float-lasin toinen pinta on pinnoitettu ohuella metalli-, nitridi- tai oksidikerroksella. Lasit ovat auringon säteilyä heijastavia ja vaikutelma on peilimäinen. Myös auringon säteilyä absorboivia tyyppejä. [1]

## **2.3 Eristyslasi**

Kahdesta tai useammasta lasilevystä valmistettu elementti, jossa lasilevyjen ja listakehien muodostamat tilat on suljettu ilmatiiviisti elastisilla massoilla. Valoaläpäisevän rakenteen lämmöneristyskyky paranee. Käyttämällä eri lasilaatuja elementin osina ja erilaisia kaasuja välitilassa saadaan elementille haluttuja erikoisominaisuuksia. [1]

## **2.4 Selektiivilasit**

### **2.4.1 Pehmeäpinnaiset (Off-line pinnoitetut)**

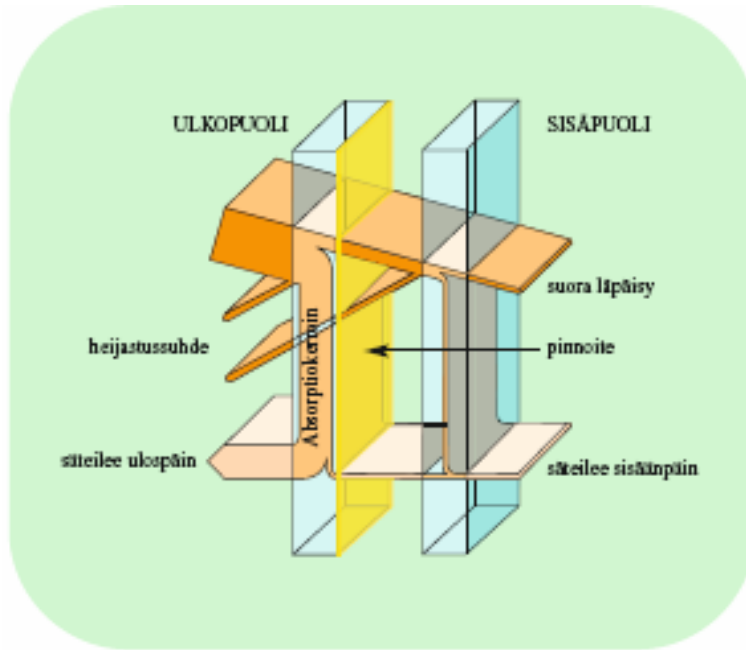
Lasi on pinnoitettu tyhjiöpinnoitusmenetelmällä ohuella metallikerroksella, jolla on hyvä emissiviteetti, pitkäaaltoisen lämpösäteilyn heijastus ominaisuus. Käytetään parantamaan lämmöneristystä eristyslaseissa. Lähes värittömiä. [1]

### **2.4.2 Kovapinnaiset (On-line pinnoitetut)**

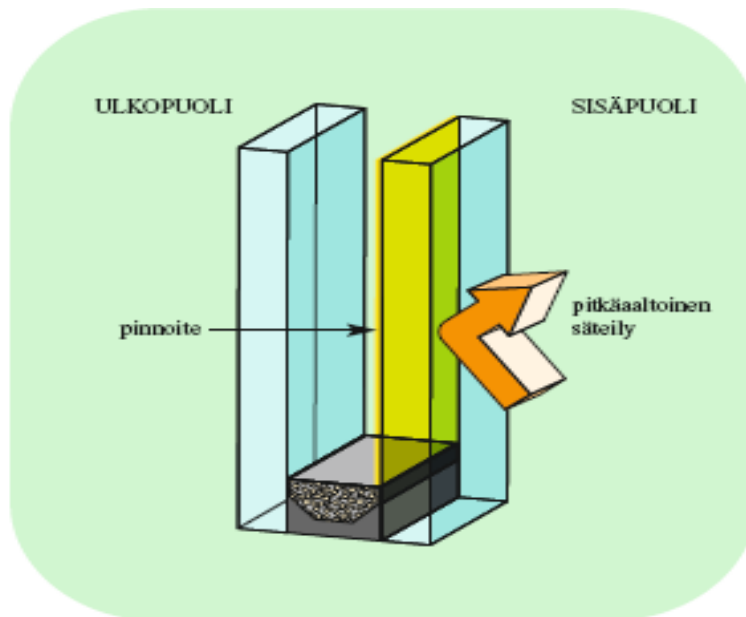
Lasi on pinnoitettu valmistuksen yhteydessä metallilla, jolla on kohtalaisen hyvä emissiviteetti. Voidaan käyttää yksittäislasina, mutta yleensä käytetään eristyslasin osana. Parantaa eristyslasin U-arvoa. Lähes värittömiä. [1]

## **2.5 Yhdistelmälasit**

”Selektiivinen auringonsuojalasi”, ”kaksoisselektiivilasi”, ”auringonsuoja-/energiansäästölasit”, jossa samassa lasissa sekä selektiivisen- että auringonsuojalasin ominaisuuksia. Laseilla saadaan aikaan hyvä auringonsuojaus (Kuva 1) ja lämmöneristys (Kuva 2). Saatavilla useita värisävyjä. Herkän pinnoitteen vuoksi käyttö vain eristyslaselementeissä. [1]



**KUVA 1. Eristyslaselementti, jossa pinnoitettu auringonsuojalasi [8]**



**KUVA 2. Eristyslaselementti, jossa Low-E-lasi [8]**

### 3 AURINKOSUOJAUSRATKAISUT

#### 3.1 Ulkopuoliset aurinkosuojausratkaisut

Ulkopuoliset aurinkosuojat varjostavat erittäin tehokkaasti ja pysäyttävät lämpösäteilyn rakennuksen ulkopuolelle. Tämän vuoksi ne säästävät energiaa ja viilentävät sisätiloja suojausratkaisuista tehokkaimmin. Esim. Somfy animeo® -automaatiikalla varustettuina ne mahdollistavat hallitun lämmön siirtymisen ikkunoiden kautta molempiin suuntiin, aina tarpeen mukaan, luoden parhaan mahdollisen sisälämpötilan ja valaistuksen. [5]

##### 3.1.1 Ikkunamarkiisi

Perinteinen ja tehokas suoja kaikkiin ikkunoihin, joissa vaakasuuntainen ulottuvuus ei rajoita. [5]



KUVA 3. Ikkunamarkiisi [5]

### 3.1.2 Markisolette

Oivallinen ratkaisu erityisesti korkeisiin ikkunoihin. Screenkaihdin ja ikkunamarkiisi yhdessä. [5]



**KUVA 4. Markisolette [5]**

### 3.1.3 Terassimarkiisi

Ikkunoiden eteen, joissa ulkotila on hyötykäytössä. Suuri ulottuvuus ja tuet kankaan tasossa. [5]



**KUVA 5. Terassimarkiisi [5]**

### 3.1.4 Pergolamarkiisi

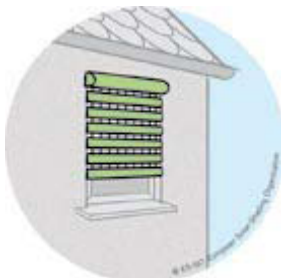
Suurten vaakapintojen ja taittuvien pintojen ratkaisu. Kankaan kiristysjärjestelmä. [5]



**KUVA 6. Pergolamarkiisi [5]**

### 3.1.5 Sälerullain

Tehokas aurinkosuojaus, lisä- ja äänieristys. Valaistuksen hallinta lamellien aukotuksella. [5]



**KUVA 7. Sälerullain [5]**

### 3.1.6 Screen

Suodattaa valoa halutulla tavalla ja säilyttää läpinäkyvyyden. Kankaan kiristys mahdollista. [5]



**KUVA 8. Screen [5]**

### 3.1.7 Julkisivusälekaihdin

Säädettävä sälekulma mahdollistaa valon suuntauksen. Täysin suljettavissa. [5]



**KUVA 9. Julkisivusälekaihdin [5]**



### 3.1.8 Korimarkiisi

Katutason liiketilojen mainospintaratkaisu. Moottoroituna nostettavissa pois katuhuoltoon varten. [5]



**KUVA 10. Korimarkiisi [5]**

### 3.2 Sisäpuoliset aurinkosuojausratkaisut

Sisäpuolinen aurinkosuoja on parhaimmillaan, kun halutaan vaikuttaa sisävalaistuksen laatuun ja häikäisyn estoon kaikissa sääolosuhteissa. Nykyaikaisilla teknisillä kangasmateriaaleilla, ”Screen”-kankailla, saavutetaan myös erinomaisia lämpötekniisiä etuja. Tällöin on erityisesti kiinnitettävä huomiota ikkunajärjestelmien yhteistoimintaan. Esim. Somfy animeo® -automaatiikalla voidaan sekä sisä- että ulkopuolinen järjestelmä synkronoida toimimaan yhdessä. Näin saavutetaan paras mahdollinen suojaus esimerkiksi vaativaan työympäristöön. Ohjausjärjestelmään voidaan suojausjärjestelmien lisäksi yhdistää synkronoituna myös automaattinen ikkunatuuletus ja yöjäähdytys. [5]

### 3.2.1 Rullakaihdin

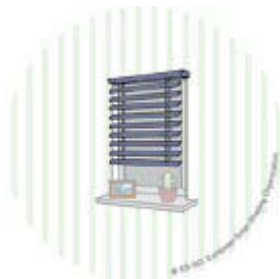
Laaja värivalikoima vapauttaa sisustamaan. Myös äänettömät moottorit. Pimennys ja screen mahdollisia. [5]



**KUVA 11. Rullakaihdin [5]**

### 3.2.2 Sälekaihdin

Valon säätö ja täysi sulkeminen mahdollista. Asennettavissa myös ikkunoiden väliin.[5]



**KUVA 12. Sälekaihdin [5]**

### 3.2.3 Plissé

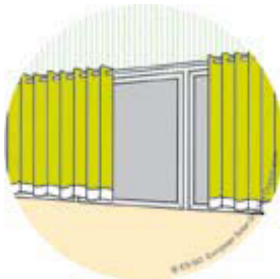
Kankainen laskos- tai kennokaihdin. Kaihtimen muotoilu mahdollista. Laaja värivalikoima. [5]



**KUVA 13. Plissé [5]**

### 3.2.4 Verhot

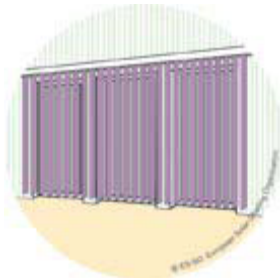
Erityisesti korkeisiin ikkunoihin ja näyttävään sisustamiseen. Kaikki verhomateriaalit.[5]



**KUVA 14. Verhot [5]**

### 3.2.5 Pystylamellikaihdin

Erityisesti korkeisiin tiloihin ja vinoyläreunaisille ikkunoille. Valo suunnattavissa. Pimennys ja screen. [5]



**KUVA 15. Pystylamellikaihdin [5]**

### 3.2.6 Laskoskaihdin

Koristeellinen ja sisustuksellinen ratkaisu. Pehmeä kangasvaikutelma. Laaja värivalikoima. [5]



**KUVA 16. Laskoskaihdin [5]**

## 4 AURINKOSUOJAUS JA ENERGIAANSÄÄSTÖ

Hyvin suunnitellulla ja oikein toteutetulla auringonsuojauksella saavutetaan huomattava energiansäästö kiinteistön asumis- tai käyttömukavuudesta millään tavalla tinkimättä. Lisäksi auringonsuojaus on ns. passiivinen energiansäätelymenetelmä, jota direktiivin 2002/91 ja RakMK D3:n mukaisesti rakennusmääräyksemme velvoittavat ensisijaisesti käyttämään. Aurinkosuojaus voi tutkitusti vähentää kiinteistön jäähdytysenergian kulutusta jopa 89 %. Käytännössä tämä tarkoittaa, ettei esimerkiksi pientalossa ilmalämpöpumpun avulla saavutetusta lämmityskustannusten säästöstä tarvitse luopua käyttämällä laitetta mukavuusjäähdytykseen. [4]

Yksin oikein toteutetulla ja ohjatulla aurinkosuojausella voidaan huonelämpötila pitää kesäaikana mukavalla tasolla. Aurinkosuojausella voidaan myös tehokkaasti hyödyntää luonnonvaloa ja näin säästää 39-89 % rakennuksen valaistukseen käytettävästä energiasta. Kun tähän lisätään vielä automaattisella aurinkosuojausella saavutettava, jopa 9 %:n säästö rakennuksen lämmitykseen käytettävästä energiasta, on kiistatta selvää, että aurinkosuojaus merkitystä kiinteistöjen energiankulutuksessa ei voida vähätellä. [4], [6]

Aurinkosuojat parantavat aina ikkunarakenteen g-arvoa. Aurinkosuojan tyypistä riippuen on ikkunan valintaan tietenkin kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta ”järjestelmä” kokonaisuutena toimii halutulla tavalla. Valinta aurinkosuojan sijoituksesta – sisälle vai ulos - on suurin ratkaiseva tekijä. Sallimalla itse lasitukselle korkea g-arvo, voidaan myös auringon lämpösäteilyä hyödyntää edullisella tavalla. Tietyillä aurinkosuojatyypeillä voidaan myös vaikuttaa ikkunarakenteen U-arvoon positiivisesti. Yhdellä oikein suunnitellulla aurinkosuoja järjestelmällä voidaan siis vaikuttaa varsin pienellä investoinnilla moneen asiaan. [4]

Aurinkosuoja järjestelmän rakentaminen säästää yleensä myös muissa rakennuskustannuksissa. Jäähdytyksen vaatima huipputehontarve laskee ja voidaan käyttää pienempää ja edullisempaa laitteistoa tai jopa poistaa laitteiston tarve. Lasitusratkaisussa voidaan luopua arvokkaista pinnoitteista, mikä vaikuttaa luonnonvalon määrään, laatuun ja väriin positiivisesti. Auringon UV-säteilyn haitalliset vaikutukset sisustuksen pintamateriaaleihin pienenevät. Ulkopuoleiset ratkaisut myös suojaavat ikkunarakenteita pidentäen niiden käyttöikä. Aurinkosuojat parantavat ikkunoiden lämmön ja auringon säteilyn läpäisyä mittaavia U- ja g-arvoja. [4]

U-arvo ( $\text{W/m}^2\text{K}$ ) eli lämmön läpäisykerroin kuvaa kuinka hyvin lasi tai rakenne eristää lämpöä. Auringon säteilyn kokonaisläpäisysuhde eli g-arvo kertoo kuinka paljon auringon säteilyenergiasta pääsee sisälle. Auringon kokonaisläpäisysuhde ilmoitetaan joko desimaalilukuna tai prosenttina. [4]

## 4.1 Sopivin ratkaisu

Kiinteistön ulkopuoliset aurinkosuojat voidaan jakaa kahteen ryhmään: liikkuviin ja kiinteisiin aurinkosuojiin. Vaakasäleiköt ja korimarkiisit ovat kiinteitä aurinkosuoja. Kiinteiden järjestelmien käyttöä rajoittaa se, etteivät ne kykene mukautumaan dynaamisiin tekijöihin, kuten vuoden- ja vuorokaudenajan mukaan muuttuvaan auringon kulmaan tai tilan käyttäjän valaistuksen voimakkuuteen liittyviin toiveisiin ja tarpeisiin. [4]

Liikkuvia aurinkosuoja ovat muun muassa moottoroidut rulla- ja sälekaihtimet, ikkuna- ja terassimarkiisit sekä rullautuvat screenkaihtimet, julkisivusälekaihtimet ja ikkunarullaimet. Tuotevalikoima on laaja, joten jokaiseen kiinteistöön on löydettävissä sopiva ratkaisu. [4]

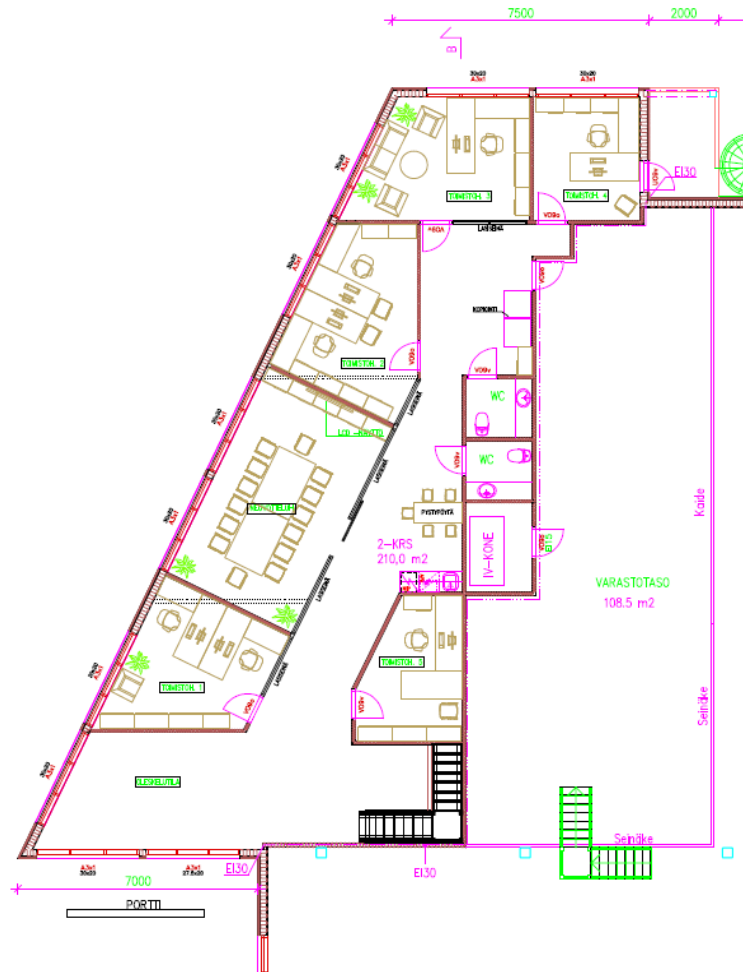
Kiinteistön aurinkosuojajärjestelmän automatisointi on aina tärkeää, jotta suojaus toimii optimaalisesti myös silloin, kun rakennuksessa ei oleksella. Automatisoinnilla varmistetaan järjestelmästä saatava hyöty. Paras mahdollinen lopputulos saavutetaan yhdistämällä ulkopuolinen ja sisäpuolinen aurinkosuojajärjestelmä synkronoituna toimimaan yhdessä kulloinkin vallitsevien olosuhteiden mukaan. [4]

Jos ulkopuolisen aurinkosuojan g-arvo on 0,15, se tarkoittaa, että 85 % auringon säteilyenergiasta jää rakennuksen ulkopuolelle pysähtyen aurinkosuojan ja lasitusratkaisun yhdistelmään ja vain 15 % pääsee sen läpi rakennuksen sisälle ja muuttuu lämmöksi. Kun aurinkosuojajärjestelmä on automaattinen, aurinkoanturi ohjaa aurinkosuoja alas heti kun niitä tarvitaan. Termostaatti pitää aurinkosuoja ylhäällä niin kauan, kunnes haluttu sisäilman lämpötila saavutetaan. Ilmainen aurinkoenergia lämmittää tiloja ja vähentää lämmityksen tarvetta. Molemmat tekijät vaikuttavat lisäjähdytykseen ja lämmitykseen ja sitä kautta muuttavat rakennuksen energiankulutusta. [4], [6]

## 5 ARTIC-KAIHDIN OY

Artic-kaihdin Oy on aurinkosuojausalan ammattilainen, päätuotteinaan erilaiset kaihtimet, markiisit sekä kiskojärjestelmät. Yrityksen tehtaanyöymälä sekä valmistamo sijaitsevat Pohjois-Karjalassa, Joensuussa. Yritys rakentaa uutta rakennusta johon tu-

lee tuotanto-, näyttely- ja toimistotilat. Työssä tarkastelen erityisesti toimistotiloja (Kuva 17).



**KUVA 17. Artic-Kaihdin Oy, toimistotilat, 2.kerros**

### 5.1 Lähtökohdat

Pääsuunnittelija (arkkitehti), rakennuttaja (Artic-Kaihdin Oy) ja LVI-suunnittelija (Insinööritoimisto Jormakka Oy) ovat olemassa olevien tutkimusten ja kokemuspäisten tietojen pohjalta päätyneet seuraaviin vaihtoehtoihin:

- jäähdytys toteutetaan huonekohtaisilla puhallinkonvektoreilla omana jäähdytysverkostona siihen liittyvine laitteineen tai
- jäähdytys toteutetaan automatisoidulla ulkopuolisella aurinkosuojausratkaisulla

## 5.2 Sijainti ja suunta

Toimistotilat sijaitsevat rakennuksen eteläpuolella toisessa kerroksessa. Tarkasteltavien tilojen ikkunat suuntautuvat itään, lounaaseen ja länteen päin, [LIITE 1]. Tarkoituksena on hyödyntää auringon säteilyä maksimaalisesti ympäri vuoden.

## 5.3 Rakenteet

### 5.3.1 U-arvot

Arkkitehdiltä ja rakennuttajalta on saatu seuraavat tiedot:

• ulkoseinät	0,24 W/m <sup>2</sup> K
• yläpohja	0,15 W/m <sup>2</sup> K
• alapohja	0,24 W/m <sup>2</sup> K
• ulko-ovet	0,78 W/m <sup>2</sup> K

### 5.3.2 Ikkunat

Hyvän energiansäästölasin perusteena oli äärimmäisen matala U-arvo ja hyvä valonläpäisy. Ikkunatyypiksi valittiin Mekalu 3K-170 (3K 4S/4/4S-18rstArg), jonka U-arvo on 0,8 W/m<sup>2</sup>K ja g-arvo on 0,43. [LIITE 2]

## 5.4 Aurinkosuojaus

Ulkopuoliseksi aurinkosuojaksi valittiin hyvän häikäisyn eston ja valonläpäisyn vuoksi tuotanto- ja näyttelytiloihin screenkaihtimet, sekä toimistotiloihin ikkunamarkiisit ja sisäpuoliset sälekaihtimet varustettuna Somfy animeo® Premium IB+ -automaatiikalla. Screen-materiaaliksi valittiin Sunworker X392 (DICKSON-CONSTANT), jonka emissiivisyys on 85 %, heijastavuus 7 % ja suora läpäisy 8 %. Ikkunamarkiisimateriaaliksi valittiin Orchestra 8203 (DICKSON-CONSTANT), jonka emissiivisyys on 85 %, heijastavuus 14 % ja suora läpäisy 1 %.



## 5.5 Jäähdytysenergia

LVI-suunnittelijalta saatiin tarvittavat tiedot rakennuksessa käytettävästä LVI-tekniikasta. Saatujen tietojen avulla laskettiin tarvittavan jäähdytysenergian määrät tiloissa MagiCadROOM- ja Riuska-ohjelman avulla. [LIITE 3]

## 5.6 Kustannusvertailu

### 5.6.1 Kompressorijäähdytys puhallinkonvektorein

Jäähdytysenergian kulutus lasketaan kaavalla [3]

$$Q_{\text{jäähdytys,tilat}} = Q_{\text{jäähdytys,tilat,netto}} / \eta_{\text{jäähdytys,tilat}} \quad (1)$$

$Q_{\text{jäähdytys,tilat}}$	rakennuksen tilojen jäähdytysenergian kulutus (jäähdytysjärjestelmään tuotu kylmäenergia), kWh
$Q_{\text{jäähdytys,tilat,netto}}$	rakennuksen tilojen jäähdytyksen nettoenergian tarve, kWh
$\eta_{\text{jäähdytys,tilat}}$	tilojen jäähdytysjärjestelmän hyötysuhde

Rakennuksen ostettavan jäähdytysenergian kulutus lasketaan kaavalla [3]

$$Q_{\text{jäähdytys,osto}} = Q_{\text{jäähdytys,tilat}} / \epsilon_{\text{jäähdytys}} \quad (2)$$

$Q_{\text{jäähdytys,osto}}$	rakennuksen ostettavan jäähdytysenergian kulutus, kWh
$Q_{\text{jäähdytys,tilat}}$	rakennuksen tilojen jäähdytysenergian kulutus, kWh
$\epsilon_{\text{jäähdytys}}$	kylmäntuottolaitteen vuotuinen kylmäkerroin

$Q_{\text{jäähdytys,osto}} = W_{\text{jäähdytys,sähkö,osto}}$  eli rakennuksen ostettavan jäähdytys­sähköenergian kulutus, jos jäähdytysenergia tuotetaan kompressorikoneikolla.

$Q_{\text{jäähdytys,tilat}}$  on kylmäntuottolaitteen rakennukseen tuottaman kylmäenergian määrä sisältäen kylmäntuottolaitteiden lämpöhäviöenergiat rakennuksesta ja verkostoon menevän kylmäenergian.

Toimistotilojen jäähdytyksen nettoenergiantarve saadaan RIUSKA-ohjelman tuloksista, [LIITE 3]. Kun D5:n mukaisesti käytetään arvoja  $\eta_{\text{jäähdytys,tilat}} = 0,7$  ja  $\epsilon_{\text{jäähdytys}} = 3$ , saadaan kaavoilla (1) ja (2) laskettua ostettavan jäähdytysenergian kulutukseksi

$$Q_{\text{jäähdytys,tilat}} = Q_{\text{jäähdytys,tilat,netto}} / \eta_{\text{jäähdytys,tilat}} = 6690 \text{ kWh} / 0,7 = 9557 \text{ kWh}$$

$$Q_{\text{jäähdytys,osto}} = Q_{\text{jäähdytys,tilat}} / \epsilon_{\text{jäähdytys}} = 9557 \text{ kWh} / 3 = 3185 \text{ kWh}$$

Ostettavan jäähdytys sähköenergian kulutuksen hinnaksi saadaan nykyisillä Fortum Oy:n taksoilla

$$0,10 \text{ €/kWh} \times Q_{\text{jäähdytys,osto}} = 0,10 \text{ €/kWh} \times 3185 \text{ kWh} = 318 \text{ €}$$

Aurinkosuojauksen kanssa vähennetään jäähdytysenergiatarvetta 68 %, [LIITE 4].  
Säästö aurinkosuojauksen kanssa vuodessa on  $0,68 \times 318 \text{ €} = 216 \text{ €}$

Jäähdytysurakoitsijalta saatiin kustannusarvio, joka sisältää kompressorijäähdytykseen tarvittavat laitteet (1 ulkoyksikkö, 10 sisäyksikköä, venttiilit, jäähdytysjohdot) valmiiksi asennettuna, säädettynä ja testattuna. Loppusumma on 25000 €(ei sis. ALV).

### 5.6.2 Ikkunamarkiisit

Rakennuttajalta saatiin kustannusarvio, joka sisältää ikkunamarkiisit (5 kpl; 6000x2000), anturit, moottorit, Somfy animeo® Premium IB+ -automaatiikan valmiiksi asennettuna, säädettynä ja testattuna. Loppusumma on 16000 €(ei sis. ALV).

Yllä olevassa loppusummassa on automaatiikan osuus jaettu kolmella, koska valittu automaatiikka ohjaa myös kahta muuta vyöhykettä (näyttely- ja tuotantotilat).

## 6 PÄÄTELMÄT

Riuska-ohjelman tuloksista (LIITE 3) nähdään tapauksien (ilman aurinkosuojausta, auringon asennon mukaan säätävä rullautuva screenkaihdin, ulkopuolinen sälekaihdin) vertailusta, että jäähdytyksen tarve molemmilla aurinkosuojausratkaisuilla vähenee noin 35 % mitoituspäivänä, joka tässä tapauksessa on 11.7. Vuotuinen kokonaisenergiakulutus (1971 € ei sis. ALV) vähenee molemmilla aurinkosuojausratkaisulla noin 10 % eli 197 €/vuosi.

SomfyDISC-ohjelman tuloksista (LIITE 4) nähdään tapauksien (ulkopuoliset rullautuvat ikkunamarkiisit tai screenkaihtimet varustettuna Somfy animeo® Premium IB+ -automaatiikalla) vertailusta, että jäähdytyksen tarve molemmilla aurinkosuojausratkaisuilla vähenee noin 68 % ja vuotuinen kokonaisenergiakulutus 61 % eli 1202 €/vuosi.

On huomioitava se, että Riuska-ohjelman tulokset käsittää toimistotilat kokonaisuudessaan ja SomfyDISC-ohjelman tulokset käsittää pelkästään neuvotteluhuoneen. Kun tarkastellaan Riuska-ohjelman tuloksista neuvotteluhuoneen lisjäähdytystarpeen muutosta, niin molemmilla aurinkosuojausratkaisuilla tarve vähenee noin 49 %. Lisäksi pitää huomioida, että Riuska-ohjelman tulokset eivät sisällä automatiikan tuomaa hyötyä eikä näin ollen myöskään huomioi luonnonvalon vaikutusta valaistussähkön vuotuiseen kulutusenergian määrään.

Artic-Kaihdin Oy:n toisen kerroksen toimistotiloihin valittiin aurinkosuojausratkaisuksi ikkunamarkiisit, sekä lisäksi sisäpuolelle 35 mm sälekaihtimet varustettuna Somfy animeo® Premium IB+ -automaatiikalla. Tällä ratkaisulla saavutettiin rakennuttajan vaatimuksien (mm. energiataloudellisuus, visuaalisuus, käytettävyys, huollettavuus) kannalta sopivin lopputulos.

Energiansäästöä saadaan mm. ostettavan jäähdytysenergian kulutuksen sekä huoltokustannusten pudotessa. Lisäksi automatiikan ohjausjärjestelmällä voidaan hyödyntää kunnolla saavutettu energiansäästö. Tässä tapauksessa valitun ratkaisun investointikustannuksien säästö verrattuna kompressorijäähdytykseen on noin 9000 € ja vuotuisen energiakulutuksen vähenemisen myötä hiilidioksidipäästöt laskee 61 %. Takaisinmaksu ajaksi saadaan noin 6 vuotta.

Jatkossa on mahdollista rakennetun ratkaisun avulla tehdä mittauksia ja laskea käytännössä saavutettu hyöty myös erilaisilla kangasvaihtoehdoilla.

LVI-alan kattojärjestö REHVA ja aurinkosuojausalan kattojärjestö ES-SO tekevät tiivistä yhteistyötä, jotta oppisimme mitoittamaan LVI-tekniisiä järjestelmiä kustannustehokkaalla ja energiaa säästävällä tavalla. Työryhmän tarkoituksena on tehdä REHVA-ESSO ohjekirja aurinkosuojauksesta ja sen pohjalta tullaan tekemään valmis diaesitys arkkitehti ja insinööriopiskelijoita varten.

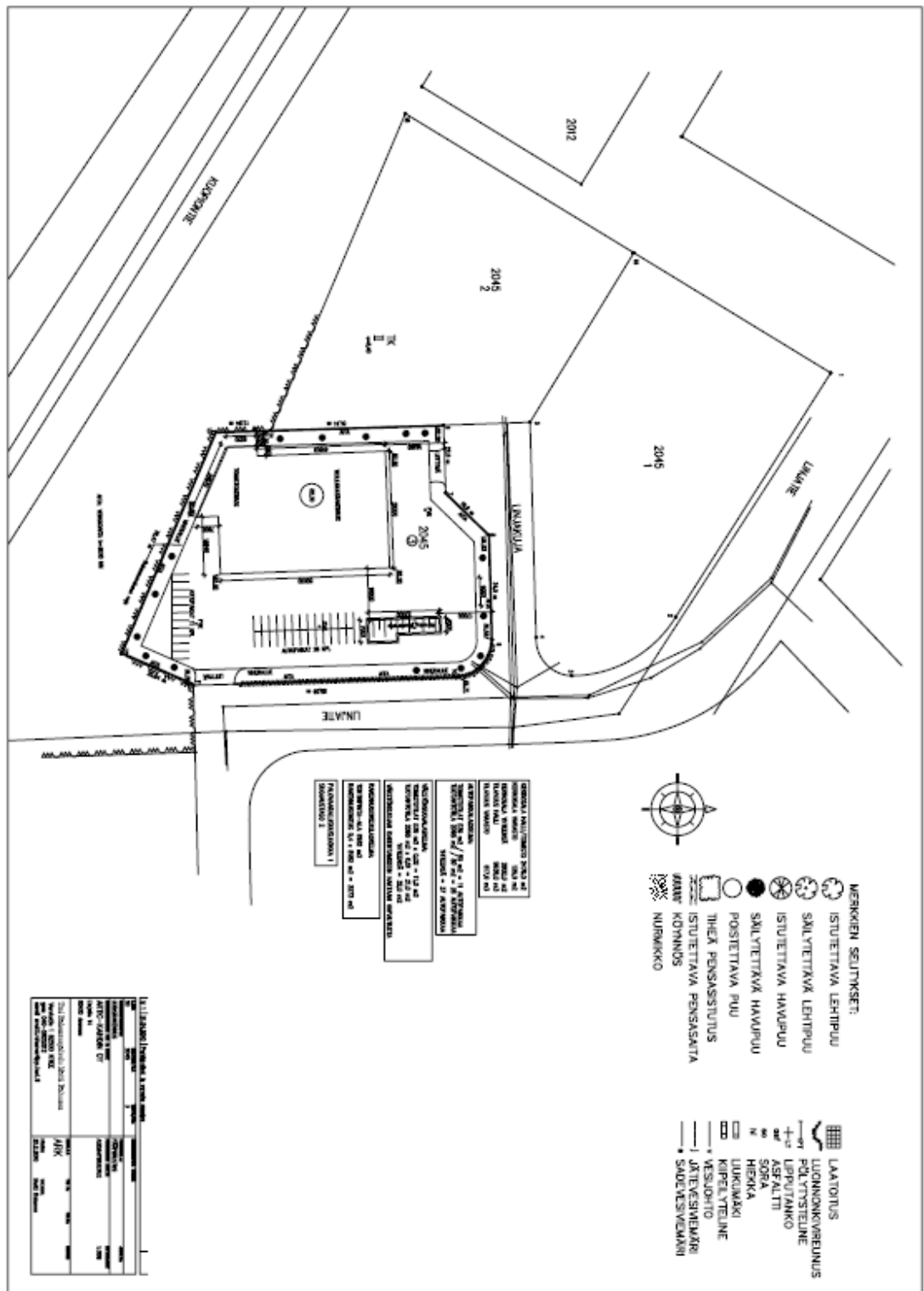
## LÄHTEET

1. RIL-198-2001 Valoaläpäisevät rakenteet. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.
2. Rakennusten energiatehokkuus. Määräykset ja ohjeet 2010. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.
3. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto.
4. Energiatehokas-aurinkosuojaus. PDF-dokumentti.  
<http://www.sunsystems.fi/fi/aurinkosuojaus/energiatehokas-aurinkosuojaus.html>.
5. RT 37683. Tarviketieto joulukuu 2008. Aurinkosuojien, luonnonvalaistuksen ja luonnollisen tuuletuksen automaattiset säätölaitteet. PDF-dokumentti.  
[www.rakennustieto.fi](http://www.rakennustieto.fi).
6. Synergia aurinkosuojauksen ja LVI teknologian kesken. Aurinkosuojaus ry. PDF-dokumentti. [www.aurinkosuojaus.fi](http://www.aurinkosuojaus.fi).
7. Pitkäaho, Petteri. KNX:llä sisältää rakennusautomaatioon ja energiansäästöön. Sähköala 11/2009.
8. Pilkingtonin auringonsuojalasivalikoima. PDF-dokumentti.  
[www.pilkington.com](http://www.pilkington.com).
9. Haastattelu Jarno Ahtonen, Artic-Kaihdin Oy, toimitusjohtaja, 30.3.2011

## KIRJALLISUUS

- Alain Liébard-André de Herde. Bioclimatic Façades. Somfy.  
[www.somfyarchitecture.com](http://www.somfyarchitecture.com).
- BELOK tutkimus. [www.belok.se](http://www.belok.se).
- ESCORP-EU25 tutkimus. [www.es-so.eu](http://www.es-so.eu).
- KEEP COOL tutkimusprojekti. [www.keep-cool.eu](http://www.keep-cool.eu).
- Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD 2002/91/EY). [www.sfs.fi](http://www.sfs.fi).

## Asemapiirros





19.1.2011

Kohde: 35652 / Artic-Kaihdin - Linjatie

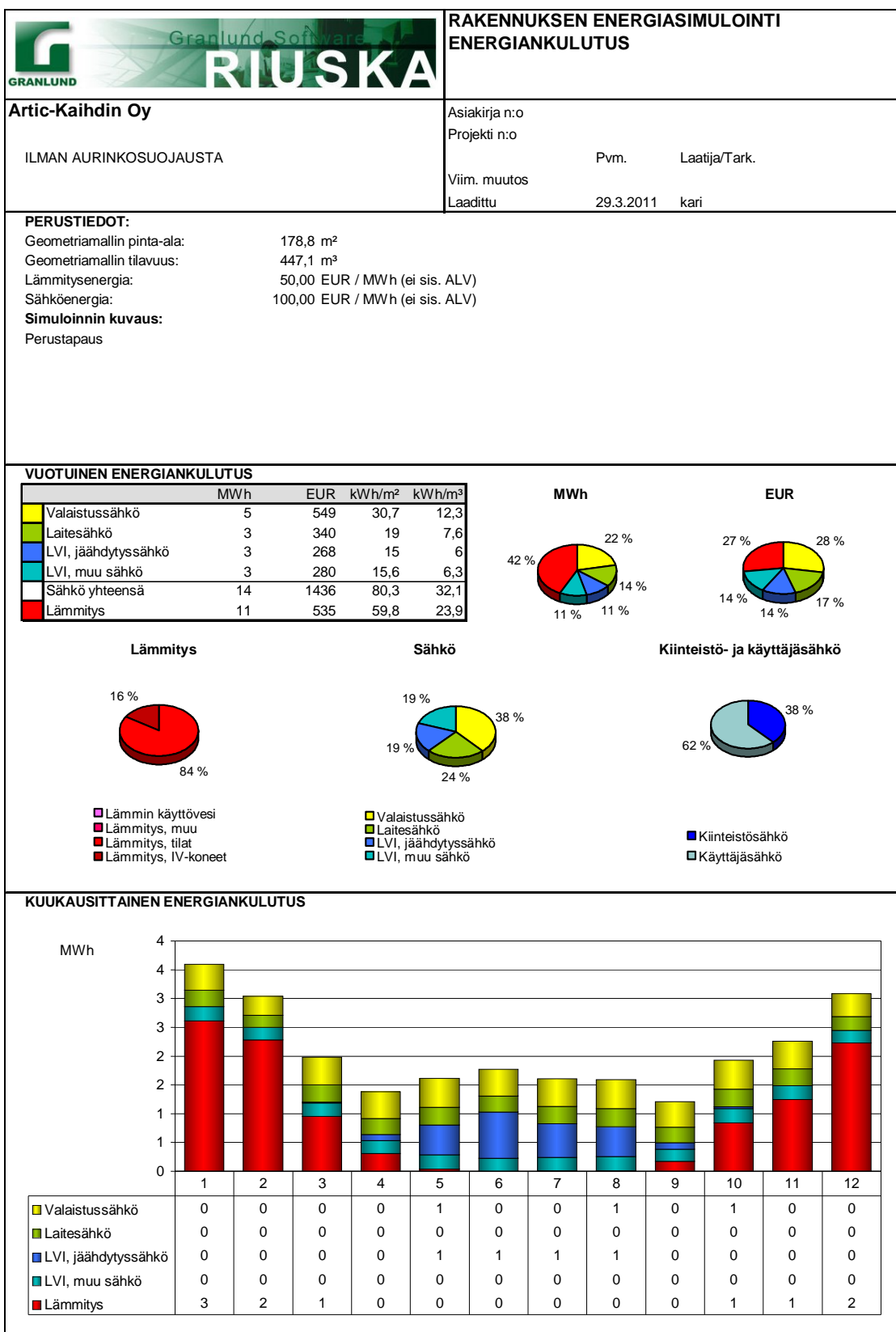
Ikkunatyyppe	U-Arvo	m2
Msealu-170		
Sel1,0/arg-rst-16 / Float 4mm	1,0	3,8
Mekalu 3K-170		
3K4S/4/4S-18rst Arg	0,8	166,5

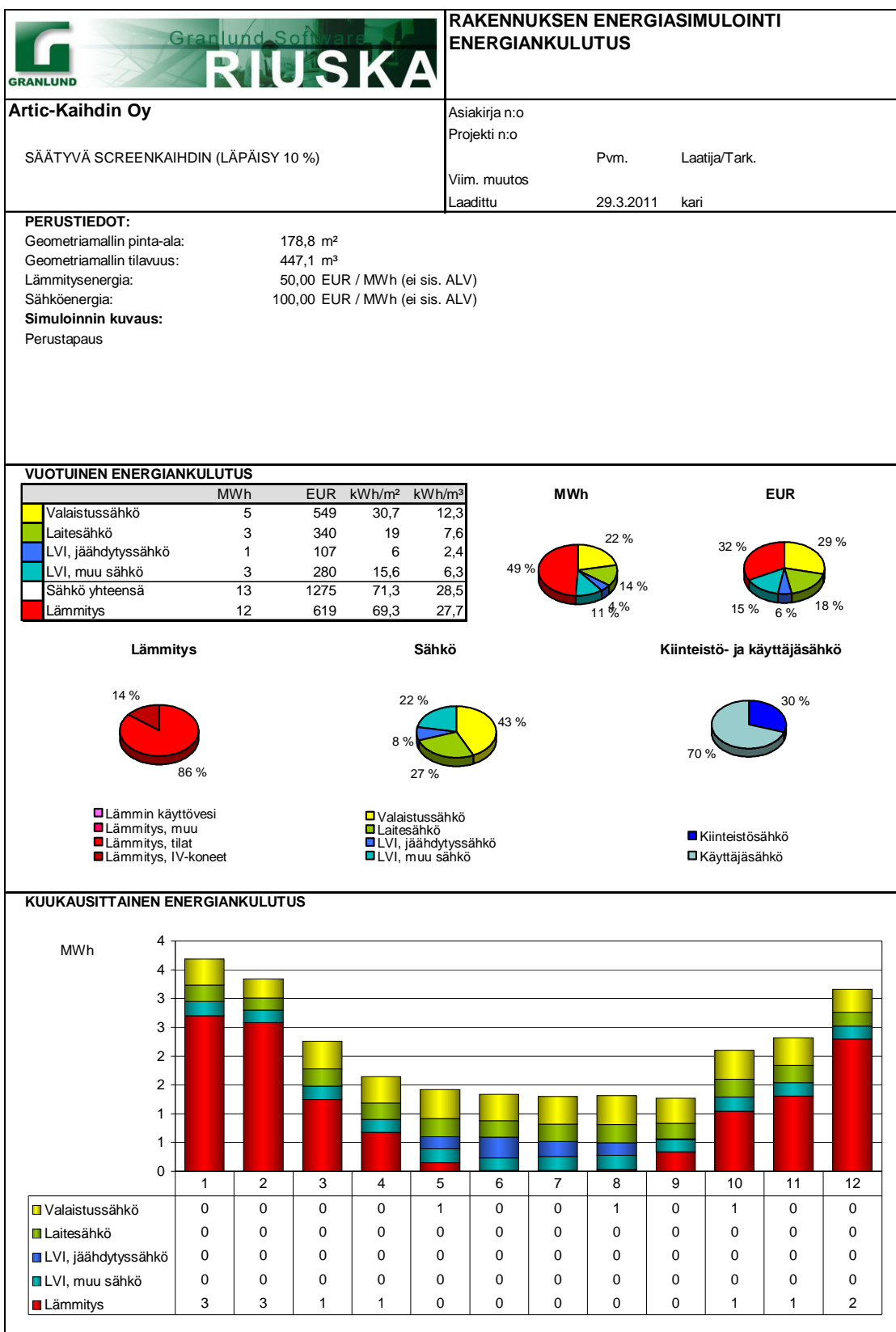
Liite: VTT:n 23.3.2010 Suorittama laskelma

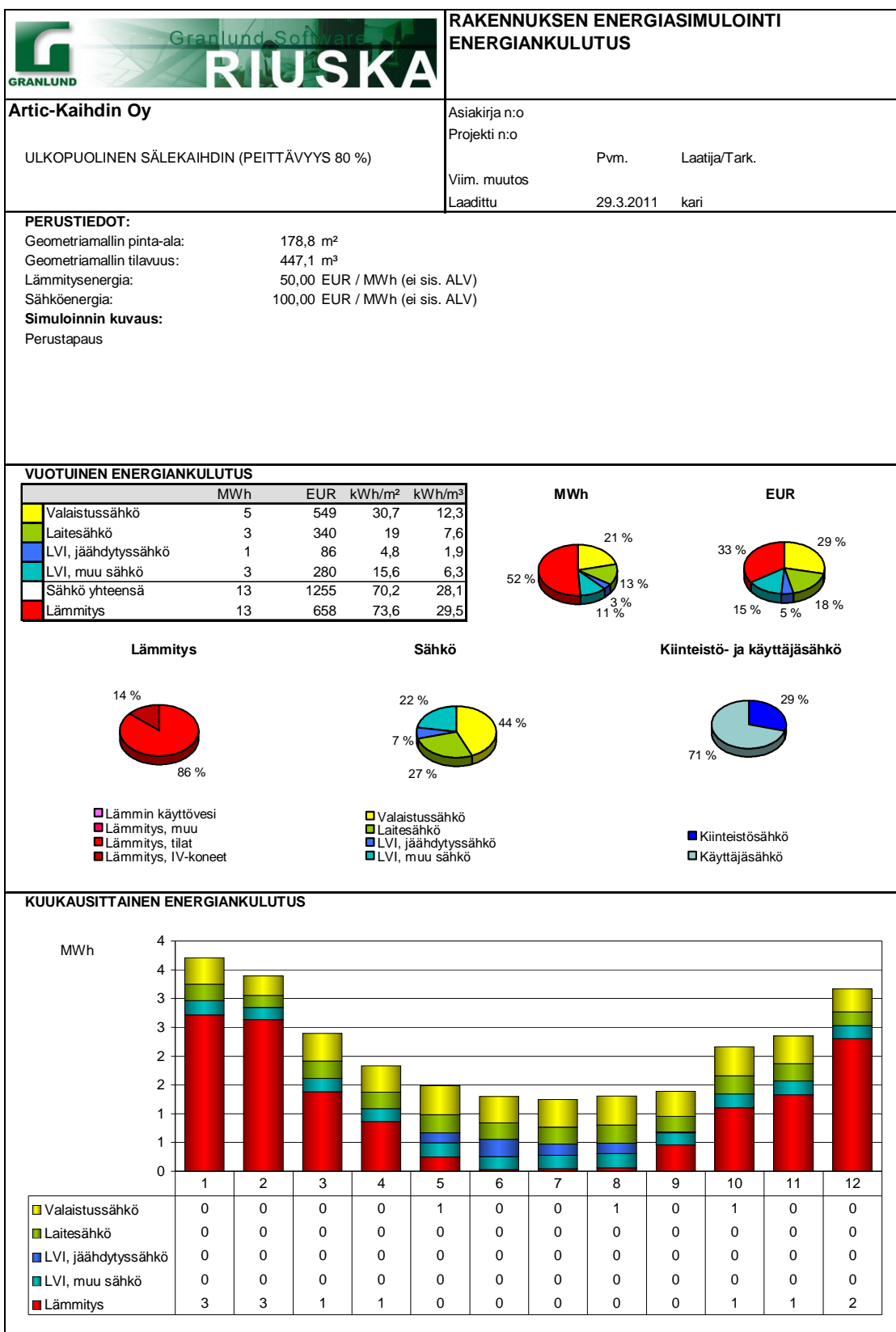
Otto Ahtonen/Karelia-Ikkuna Oy

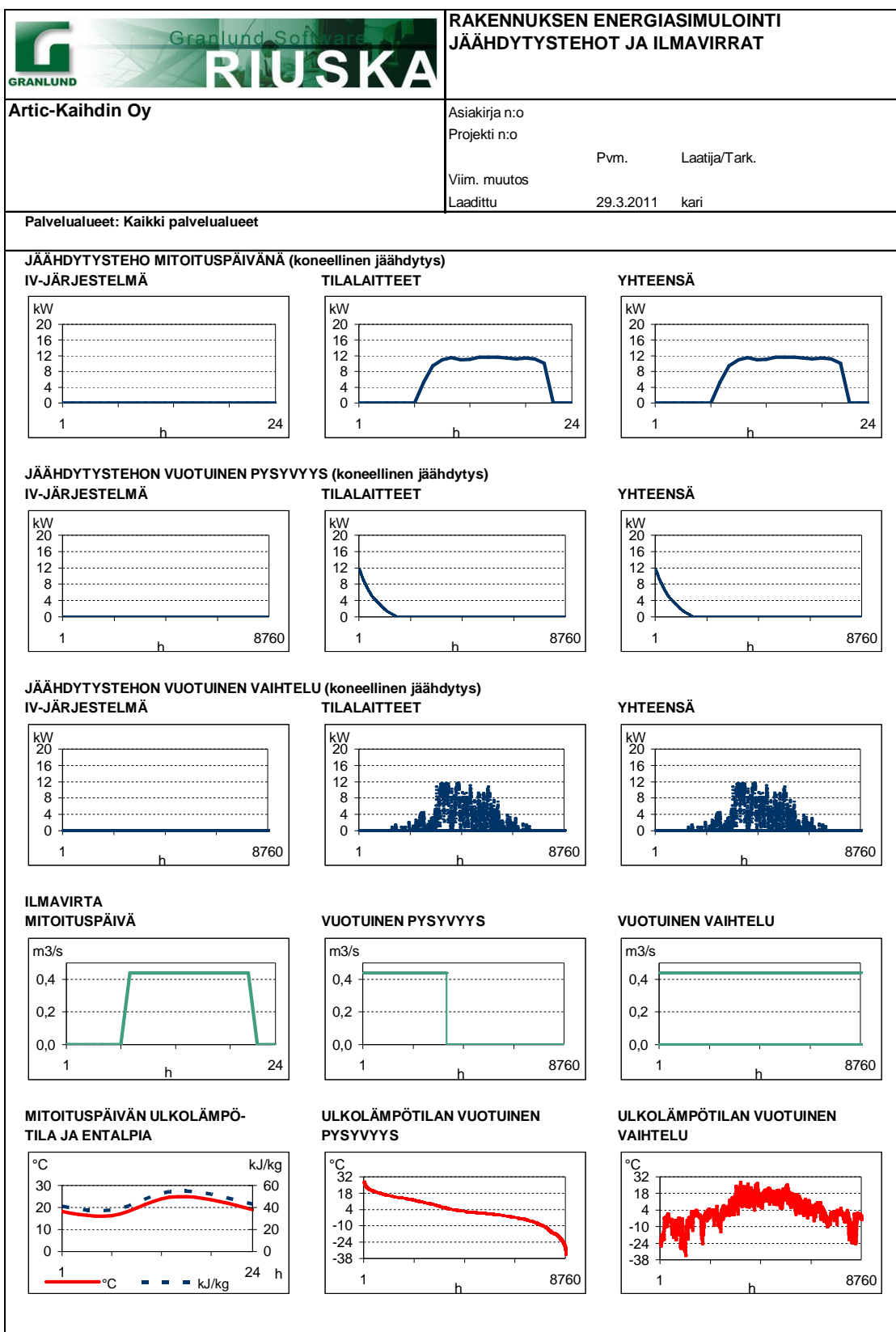
Nro	Ikkuna	karmi	1.lasi	kaasu	väli	2.lasi	kaasu	väli	3.lasi	kaasu	väli	4.lasi	kork.	lev.	h	U <sub>f</sub>	U <sub>g</sub>	Psi	U <sub>w</sub>	g <sub>g</sub>	g <sub>w</sub>	L	E	Luokka
1	MSE-AL 170	170 Float	-	Float	ilm	Float	ilm	alu-16	Float	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	1.83	0.019	1.71	0.68	0.50	0.3	174	F
2	MSE-AL 170	170 Float	-	Float	ilm	Float	ilm	alu-16	O-S3	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	1.06	0.039	1.20	0.55	0.41	0.3	117	C
3	MSE-AL 170	170 Float	-	Float	Argon	Float	Argon	alu-16	O-S3	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.87	0.045	1.07	0.55	0.41	0.3	99	B
4	MSE-AL 170	170 Float	-	Float	Argon	Float	Argon	rst-16	O-S3	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.87	0.037	1.05	0.55	0.41	0.3	96	B
5	MSE-AL 170	170 K-lasi	-	Float	Argon	Float	Argon	alu-16	O-S3	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.72	0.026	0.91	0.51	0.38	0.3	81	A
6	MSE-AL 170	170 K-lasi	-	Float	Argon	Float	Argon	rst-16	O-S3	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.72	0.021	0.89	0.51	0.38	0.3	78	A
7	MSE-AL 170	170 Float	-	SC70	Argon	alu-16	Argon	rst-16	Float	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.87	0.045	1.07	0.42	0.31	0.3	115	C
8	MSE-AL 170	170 Float	-	SC70	Argon	alu-16	Argon	rst-16	Float	Float	alu-16	alu-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.87	0.037	1.05	0.42	0.31	0.3	112	C
9	MSE-AL 170	170 Float	-	Float	Argon	tgl-16	Argon	tgl-16	O-S1	Float	tgl-16	tgl-16	1.19	1.19	0.08	1.15	0.82	0.037	1.01	0.45	0.33	0.3	103	B
10	MS2E-AL 170	170 Float	Argon	rst-16	O-S3	Float	ilm	-	Float	Argon	rst-16	O-S3	1.19	1.19	0.08	1.27	0.51	0.045	0.84	0.48	0.36	0.3	75	A
11	MS2E-AL 170	170 Float	Argon	alu-16	O-S3	Float	ilm	-	Float	Argon	rst-16	O-S3	1.19	1.19	0.08	1.27	0.51	0.046	0.84	0.48	0.36	0.3	75	A
12	MS2E-AL 170	170 Float	Argon	alu-16	O-S3	Float	ilm	-	Float	Argon	alu-16	O-S3	1.19	1.19	0.08	1.27	0.51	0.052	0.86	0.48	0.36	0.3	77	A
13	MS3E-AL 170	170 Float	-	O-S3	Argon	rst-16	Argon	rst-16	Float	Argon	rst-16	O-S3	1.19	1.19	0.08	1.03	0.51	0.040	0.76	0.45	0.33	0.3	68	A
14	MS3E-AL 170	170 Float	-	O-S3	Argon	alu-16	Argon	alu-16	Float	Argon	alu-16	O-S3	1.19	1.19	0.08	1.03	0.51	0.055	0.80	0.45	0.33	0.3	74	A
15	MEK-AL 170	170 Float	ilm	alu-18	Float	ilm	ilm	alu-18	Float	Float	alu-18	alu-18	1.19	1.19	0.05	1.17	1.78	0.068	1.90	0.68	0.58	0.1	178	F
16	MEK-AL 170	170 Float	ilm	rst-18	Float	ilm	ilm	rst-18	O-S3	Float	rst-18	rst-18	1.19	1.19	0.05	1.17	1.03	0.050	1.21	0.55	0.47	0.1	99	B
17	MEK-AL 170	170 Float	Argon	rst-18	Float	Argon	Argon	rst-18	O-S3	Float	rst-18	rst-18	1.19	1.19	0.05	1.17	0.87	0.053	1.08	0.55	0.47	0.1	81	A
18	MEK-AL 170	170 O-S3	Argon	rst-18	Float	Argon	Argon	rst-18	O-S3	Float	rst-18	rst-18	1.19	1.19	0.05	1.17	0.53	0.057	0.80	0.55	0.43	0.1	48	A
19	MEK-AL 170	170 Float	Argon	rst-16	Float	Argon	Argon	rst-18	O-S3	Float	Argon	rst-18	1.19	1.19	0.05	1.19	0.88	0.053	1.09	0.55	0.47	0.1	82	A
20	MEK-AL 170	170 Float	Argon	rst-16	Float	Argon	Argon	rst-16	O-S3	Float	Argon	rst-16	1.19	1.19	0.05	1.22	0.87	0.054	1.09	0.55	0.47	0.1	82	A
21	MEK-AL 170	170 O-S3	Argon	rst-16	Float	Argon	Argon	rst-18	O-S3	Float	Argon	rst-18	1.19	1.19	0.05	1.19	0.55	0.058	0.83	0.5	0.43	0.1	52	A
22	MEK-AL 170	170 O-S3	Argon	rst-16	Float	Argon	Argon	rst-16	O-S3	Float	Argon	rst-16	1.19	1.19	0.05	1.22	0.58	0.058	0.86	0.5	0.43	0.1	56	A
23	MEK-AL 170	170 SC70	Argon	rst-18	Float	Argon	Argon	rst-18	O-S3	Float	Argon	rst-18	1.19	1.19	0.05	1.17	0.53	0.057	0.80	0.38	0.32	0.1	65	A
24	MEK-AL 170	170 O-S3	Argon	tgl-18	Float	Argon	Argon	tgl-18	O-S1	Float	tgl-18	tgl-18	1.19	1.19	0.05	1.17	0.50	0.042	0.73	0.42	0.36	0.1	49	A
									k-lasi	=		Pilkington k-lasi												
									O-S1	=		Optitherm S1							U <sub>w</sub>					= 12M x 12M -kokoisen ikkunan
									O-S3	=		Optitherm S3												keskimääräinen U-arvo
									float	=		float glass												
									SC70	=		Suncool HP Neutral 70/40												













TILALUETTELO																											
Artic-Kaihdin Oy																											
ILMAN AURINKOSUOJAUSTA																											
Asiakirja n:o			Laatija/Tark.																								
Projekti n:o			Pvm.																								
Viim. muutos			29.3.2011 kari																								
Laadittu			2)																								
Kerros	Tila	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Tilavuus m <sup>3</sup>	Asetusarvo		Tavoitearvo		Sim.	Ilmavirta		Tulolma		Tulolman jäähd. vaikutus	Lisä- jäähdytys	Kokonais- jäähdytys	Lämpöhäviö	Vuoto		Ihmiset	Valaistus		Laitteet					
				min	max	min	max		min	max	min	max					min	max		hlo	W/m <sup>2</sup>		W	W/m <sup>2</sup>	W		
mm	Tunnus			°C	°C	°C	°C	°C	dm <sup>3</sup> /s	dm <sup>3</sup> /s	°C	°C	W/m <sup>2</sup>	W	W/m <sup>2</sup>	W	l/h	/m <sup>2</sup>	W	W/m <sup>2</sup>	W	W/m <sup>2</sup>	W				
3000	110	TOIMISTOHU	11,2	27,9	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	22	17,0	19,0	1,0	11	26,4	294	27,4	305	11,8	132	0,160	0,18	150	167	
3000	103	NEUVOTTELU	27,0	67,5	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	5,0	5,0	135	17,0	19,0	5,4	147	86,6	2337	92,0	2484	37,2	1004	0,160	0,52	1050	540	
3000	101	OLESKELU	82,3	205,8	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	165	17,0	19,0	6,6	540	51,9	4277	58,5	4817	24,4	2008	0,160	0,10	618	15,0	
3000	104	TOIMISTOH.	16,7	41,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	33	17,0	19,0	-1,0	-16	75,6	1260	74,6	1244	33,5	558	0,160	0,24	300	15,0	
3000	105	TOIMISTOH.	15,9	39,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	32	17,0	19,0	2,0	31	97,4	1548	99,4	1579	55,9	888	0,160	0,31	375	15,0	
3000	106	TOIMISTOH.	10,7	26,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	21	17,0	19,0	11,7	125	56,5	603	68,2	728	56,7	605	0,160	0,19	150	160	
3000	102	TOIMISTOH.	15,1	37,8	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	30	17,0	19,0	-1,2	-18	77,4	1170	76,3	1152	36,5	551	0,160	0,20	225	15,0	

TILALUETTELO				TILALUETTELO																															
<div></div> <div>Artic-Kaihdin Oy</div> <div>SÄÄTYVÄ SCREENKAIHDIN (LÄPÄISY 10 %)</div>				Asiakirja n:o Projekti n:o Pvm. Laatija/Tark. Viim. muutos 29.3.2011 kari																1) Tilan maksimilämpötila IV:n käyttöajalla mitoituspäivänä. 2) Tulolman tuntuva jäädyttävä vaikutus mitoituspäivänä. Ei huomioi mahdollista kosteudenpoistoa ilmastointikoneen jäädytyspatterissa.															
																				2)															
																				1)															
Kerros	Tila	Tunnus	Nimi	Pinta-ala	Tilavuus	Asetusarvo		Tavoitearvo		Sim.		Ilmavirta		Tulolima		Tulolman		Lisä-		Kokonais-		Lämpöäiviö		Vuoto		Ihmiset		Valaistus		Laitteet					
mm				m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max				
3000	110		TOMISTOHU	11,2	27,9	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	2,0	2,0	2,0	22	17,0	19,0	1,0	11	26,4	294	27,4	305	11,8	132	0,160	0,18	150	167	150	167				
3000	103		NEUVOTTELU	27,0	67,5	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	5,0	5,0	5,0	135	17,0	19,0	15,7	425	44,5	1202	60,3	1627	37,2	1004	0,160	0,52	1050	200	540	150	405			
3000	101		OLESKELU	82,3	205,8	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	2,0	2,0	2,0	165	17,0	19,0	9,9	819	32,9	2710	42,9	3529	24,4	2008	0,160	0,10	618	150	1235	150	1235			
3000	104		TOMISTOH.	16,7	41,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	2,0	2,0	2,0	33	17,0	19,0	0,0	0	38,7	646	38,7	646	33,5	558	0,160	0,24	300	150	250	150	250			
3000	105		TOMISTOH.	15,9	39,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	2,0	2,0	2,0	32	17,0	19,0	1,0	16	53,2	846	54,2	862	55,9	888	0,160	0,31	375	150	238	150	238			
3000	106		TOMISTOH.	10,7	26,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	2,0	2,0	2,0	21	17,0	19,0	0,3	3	44,7	477	45,0	480	56,7	605	0,160	0,19	150	150	160	150	160			
3000	102		TOMISTOH.	15,1	37,8	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	26,0	2,0	2,0	2,0	30	17,0	19,0	0,0	0	37,3	564	37,3	564	36,5	551	0,160	0,20	225	150	227	150	227			
																						</													

TILALUETTELO																										
<div></div> <div>Artic-Kaihlin Oy</div> <div>ULKOPUOLINEN SÄLEKAIHDIN (PEITTÄVYYS 80 %)</div>		Asiakirja n:o Projekti n:o Viim. muutos Laadittu										Pvm. 29.3.2011 kari														
												Laatija/Tark.														
Kerros	Tila	Pinta-ala	Tilavuus	Asetusarvo		Tavoitearvo		Sim.		Ilmavirta		Tulolma		Tulolman	Lisä- jäähdytys	Kokonais- jäähdytys	Lämpöhäviö	Vuoto	Ihmiset	Valaistus		Laitteet				
mm	Nimi	m²	m³	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	W/m²	W	W/m²	W	W/m²	l/h	/m²	W	W	W/m²			
3000	110	TOIMISTOHU	11,2	27,9	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	22	17,0	19,0	1,0	11	26,4	294	27,4	305	11,8	132	0,160	0,18	150	167
3000	103	NEUVOTTELU	27,0	67,5	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	5,0	5,0	135	17,0	19,0	8,5	229	44,1	1190	52,6	1419	37,2	1004	0,160	0,52	1050	540
3000	101	OLESKELU	82,3	205,8	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	165	17,0	19,0	9,5	779	35,0	2884	44,5	3663	24,4	2008	0,160	0,10	618	150
3000	104	TOIMISTOH.	16,7	41,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	33	17,0	19,0	9,4	156	38,2	637	47,6	793	33,5	558	0,160	0,24	300	150
3000	105	TOIMISTOH.	15,9	39,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	32	17,0	19,0	6,9	109	43,3	688	50,1	797	55,9	888	0,160	0,31	375	150
3000	106	TOIMISTOH.	10,7	26,7	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	21	17,0	19,0	0,3	3	30,3	323	30,6	326	56,7	605	0,160	0,19	150	160
3000	102	TOIMISTOH.	15,1	37,8	21,0	23,0	21,0	26,0	26,0	2,0	2,0	30	17,0	19,0	9,6	145	36,5	552	46,1	697	36,5	551	0,160	0,20	225	150

SomfyDISC-tulokset

Project:	Artic-kaihdin Oy	Window type:	Triple 1+2 superinsul w ar	Window size:	12,00	Page : 1 / 1
Meteorom station:	Vaasa	Glass U- & g-Value:		Comfort low & high:	21 - 26 °C	
Facade orientation:	South-West			Fabric supplier:	Dickson-Constant	
Building weight:	Medium	Solar shading:	Drop-arm Awning	Fabric reference:	8203	





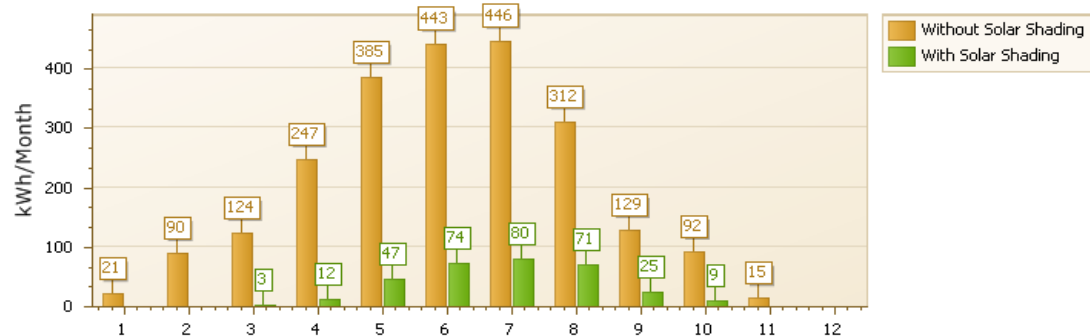





## Cooling results

Annual cooling demands and loads				
	Without solar shading	With solar shading	Saving in %	Saving
Cooling demand:	2305	323	85,99 %	1982
Cooling demand per m2:	85	11	85,99 %	73 kWh
Cooling load:	3470	1080	68,88 %	2390
Cooling load per m2:	128	40	68,88 %	89 W
For more information see appendix 1.				

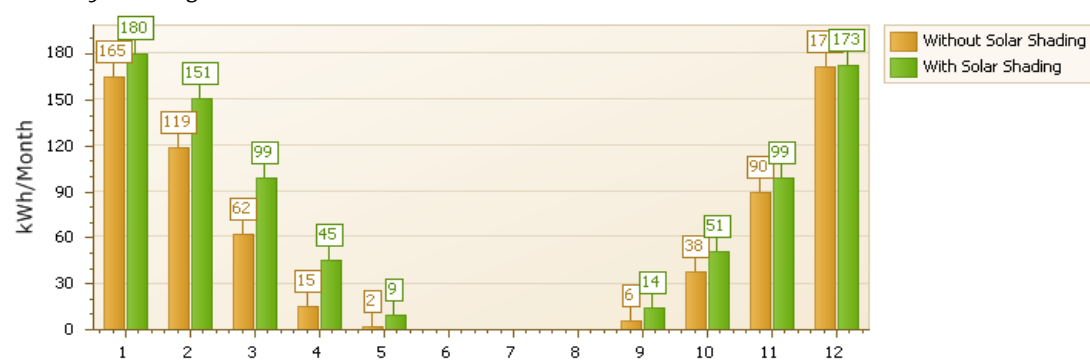
### Monthly cooling demand



## Heating results

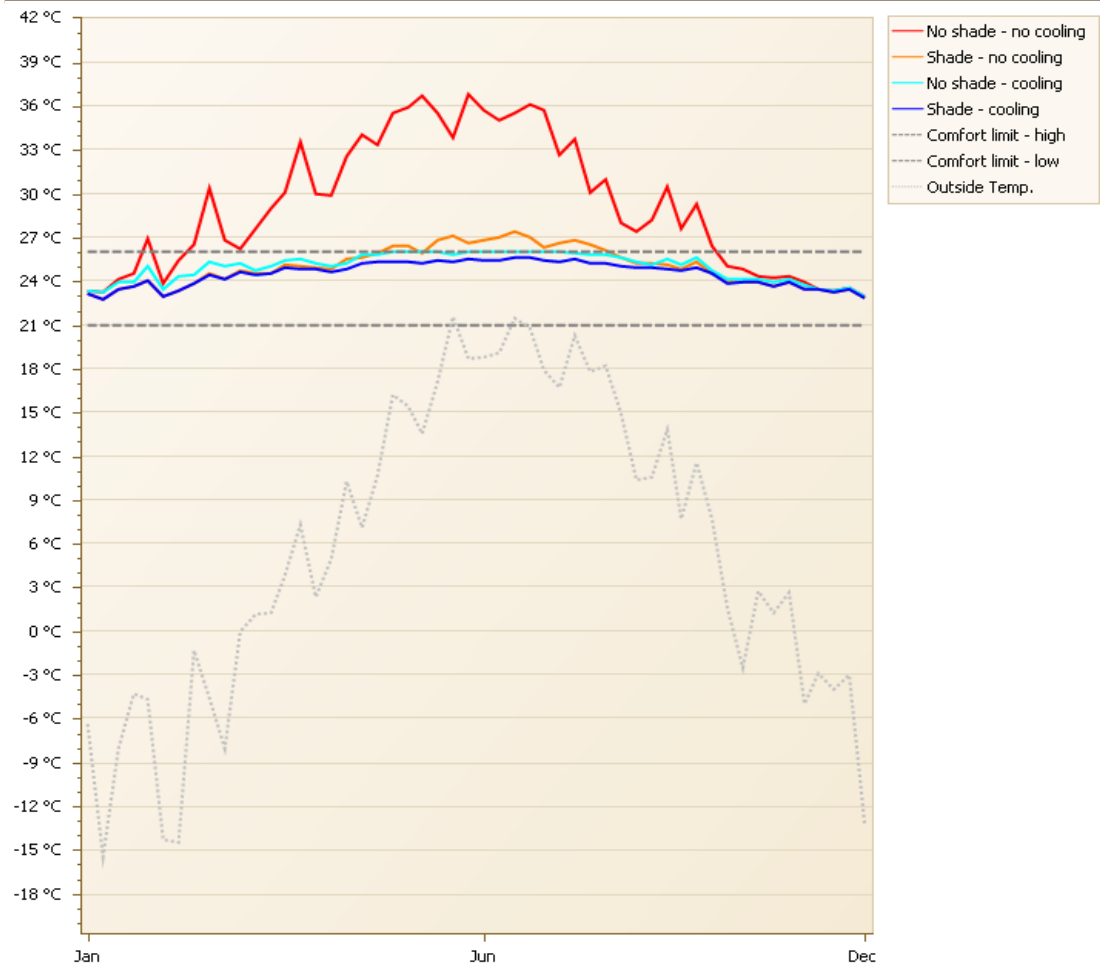
Annual heating demands and loads				
	Without solar shading	With solar shading	Saving in %	Saving
Heating demand:	670	821	-22,54 %	-151
Heating demand per m2:	24	30	-22,54 %	-6 kWh
Heating load:	724	737	-1,80 %	-13
Heating load per m2:	26	27	-1,80 %	0 W
For more information see appendix 1.				

### Monthly heating demand

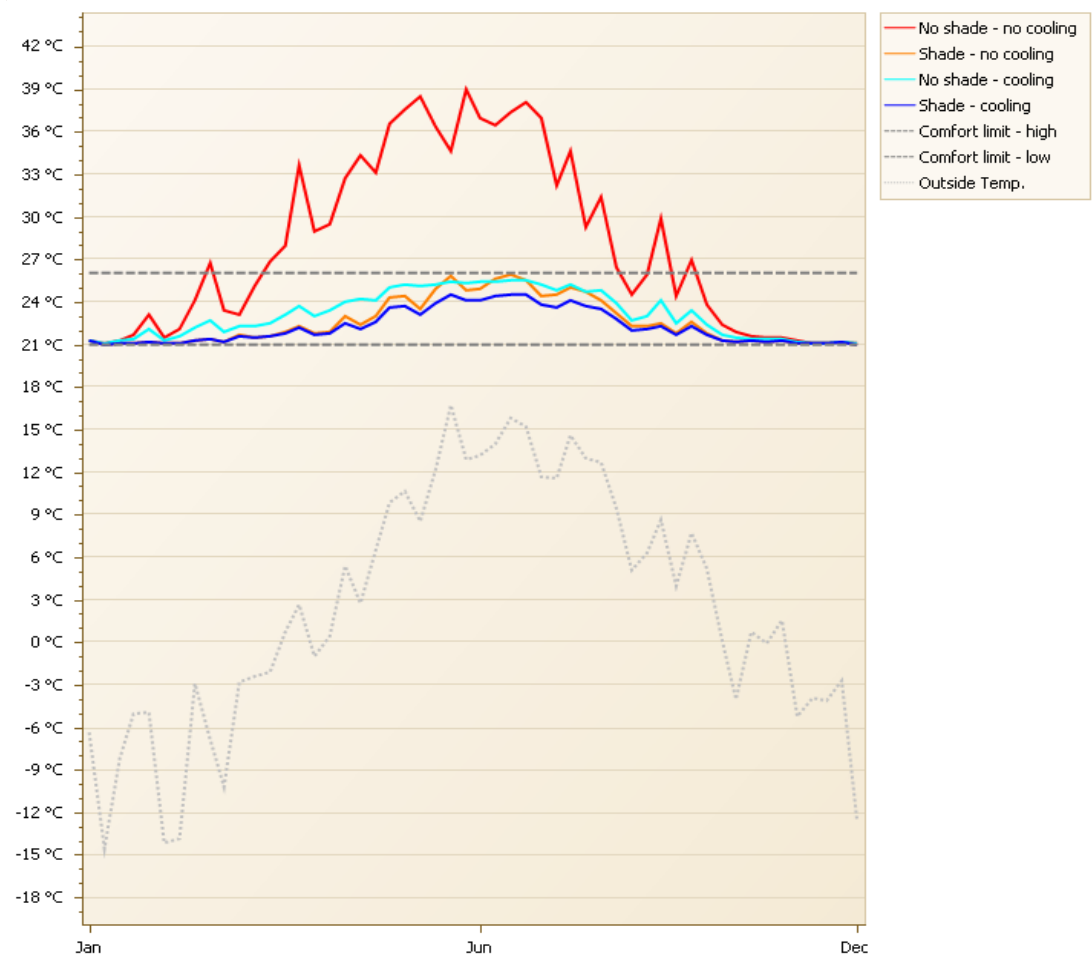


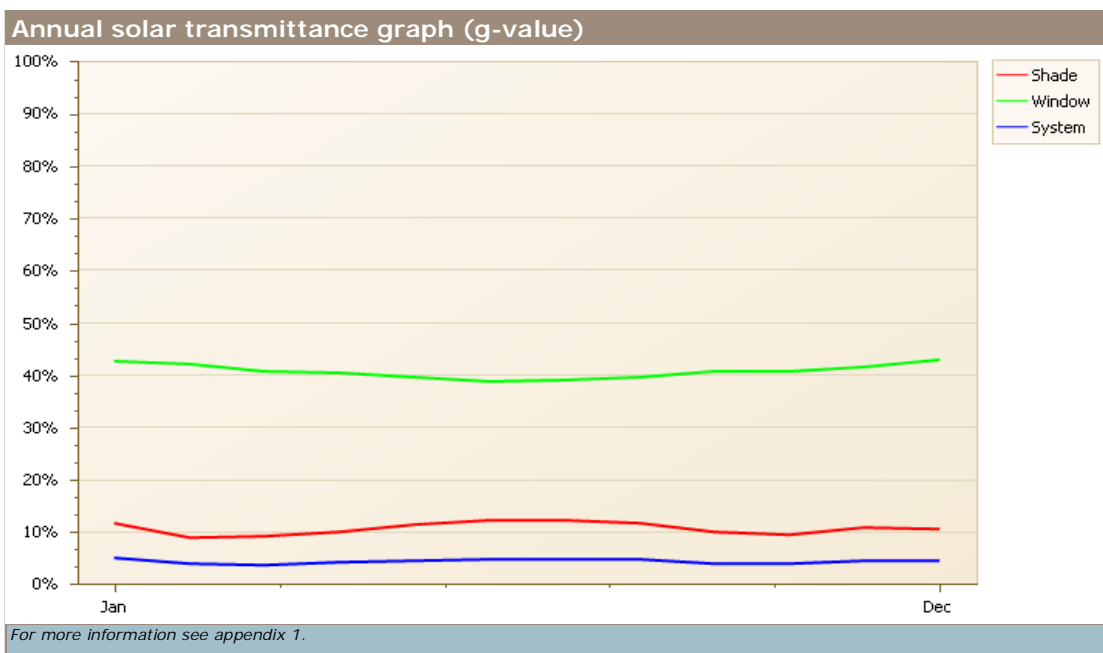
## Temperature Results

Annual temperature graph, daytime 08:00-17:00 (weekly averages)



Annual temperature graph, nighttime 17:00-08:00 (weekly averages)

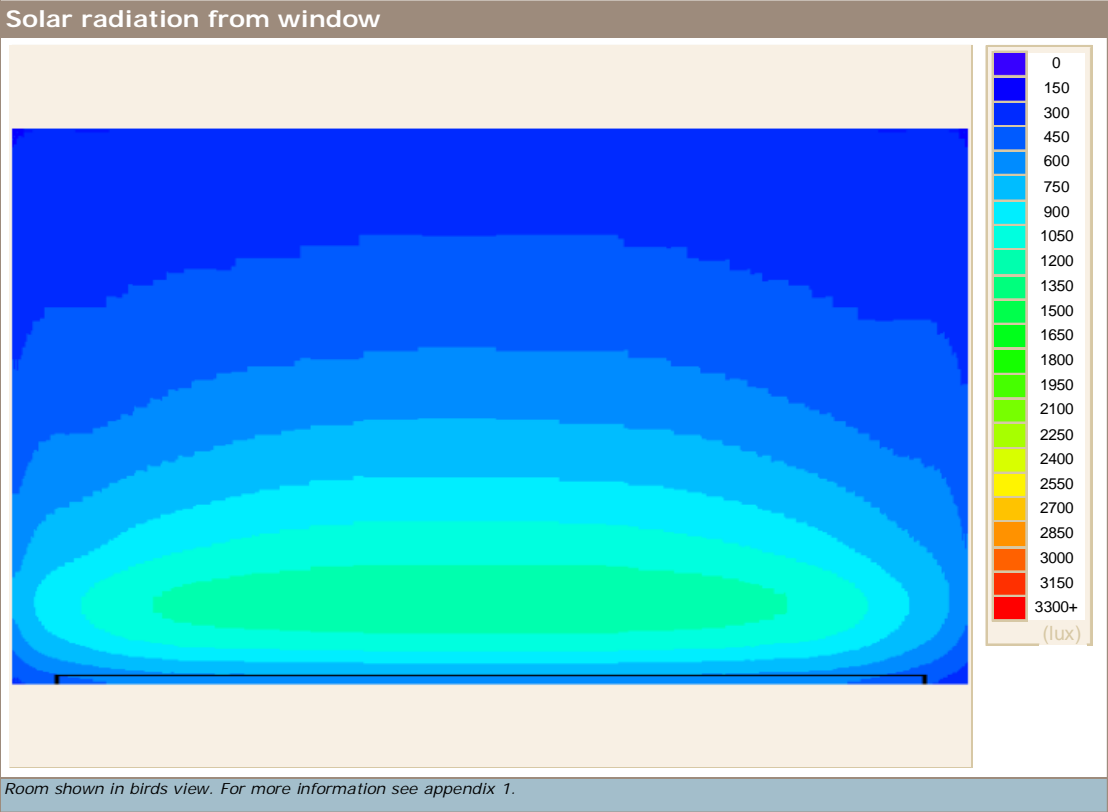




Annual CO2 reduction potential in kg.			
	Heat- and Cooling demand without Solar shading	Heat- and Cooling demand with Solar shading	Savings
Coal:	1 131	435	696
Wood:	74	29	46
Oil:	1 077	414	663
Gas:	794	305	489
District heat:	497	305	306
Electricity:	1 797	691	1 106

Co2 conversion factors according to Gemis2002, eGRID2006. Electricity is based on EU average. For more information see appendix 1.

Daylight results

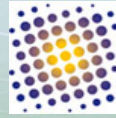


Solar radiation information		
Daylight simulation parameters		
• Time of simulation:	June 23 9:00	
• Room size:	660x410 cm	
• Window height:	200	
• Window width:	600	
• Window level above floor:	40	
• Direct radiation:	858 W/m² (85800 lux)	
• Diffuse radiation:	59 W/m² (5900 lux)	
• Facade orientation:	South-West	
• Fabric reference & supplier:	6097   ORCHESTRA 8203 (Ardoise )	Dickson-Constant

## SomfyDISC-tulokset

Project:	Artic-kaihdin Oy	Window type:	Triple 1+2 superinsul w ar	Window size:	12,00	Page : 1 / 1
Meteonorm station:	Vaasa	Glass U- & g-Value:		Comfort low & high:	21 - 26 °C	
Facade orientation:	South-West			Fabric supplier:	Copaco Screenweavers	
Building weight:	Medium	Solar shading:	Vertical Screen	Fabric reference:	N400/0101	

**somfy**  
FOR BIOCLIMATIC FAÇADES



**copaco**screenweavers  
Manufacturer of sunscreen and insectscreen fabrics



**Somfy DISC**

Dynamic Insulation Strategies & Comparisons

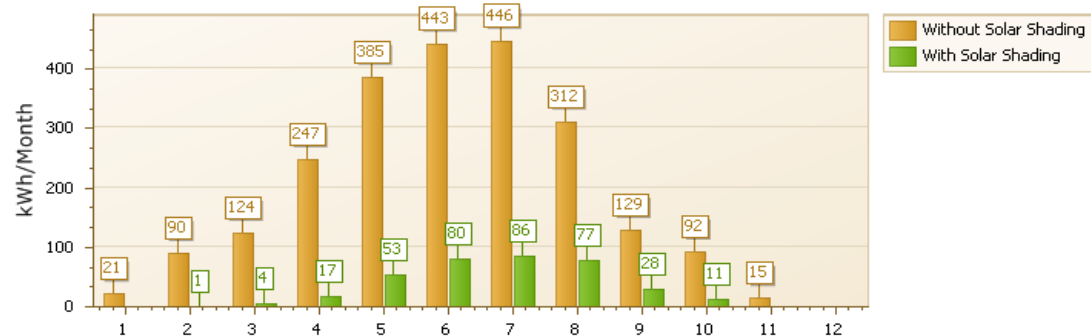
## Cooling results

### Annual cooling demands and loads

	Without solar shading	With solar shading	Saving in %	Saving
Cooling demand:	2305	358	84,47 %	1947
Cooling demand per m2:	85	13	84,47 %	72 kWh
Cooling load:	3470	1090	68,59 %	2380
Cooling load per m2:	128	40	68,59 %	88 W

For more information see appendix 1.

### Monthly cooling demand



## Heating results

### Annual heating demands and loads

	Without solar shading	With solar shading	Saving in %	Saving
Heating demand:	670	806	-20,30 %	-136
Heating demand per m2:	24	29	-20,30 %	-5 kWh
Heating load:	724	737	-1,80 %	-13
Heating load per m2:	26	27	-1,80 %	0 W

For more information see appendix 1.

### Monthly heating demand

